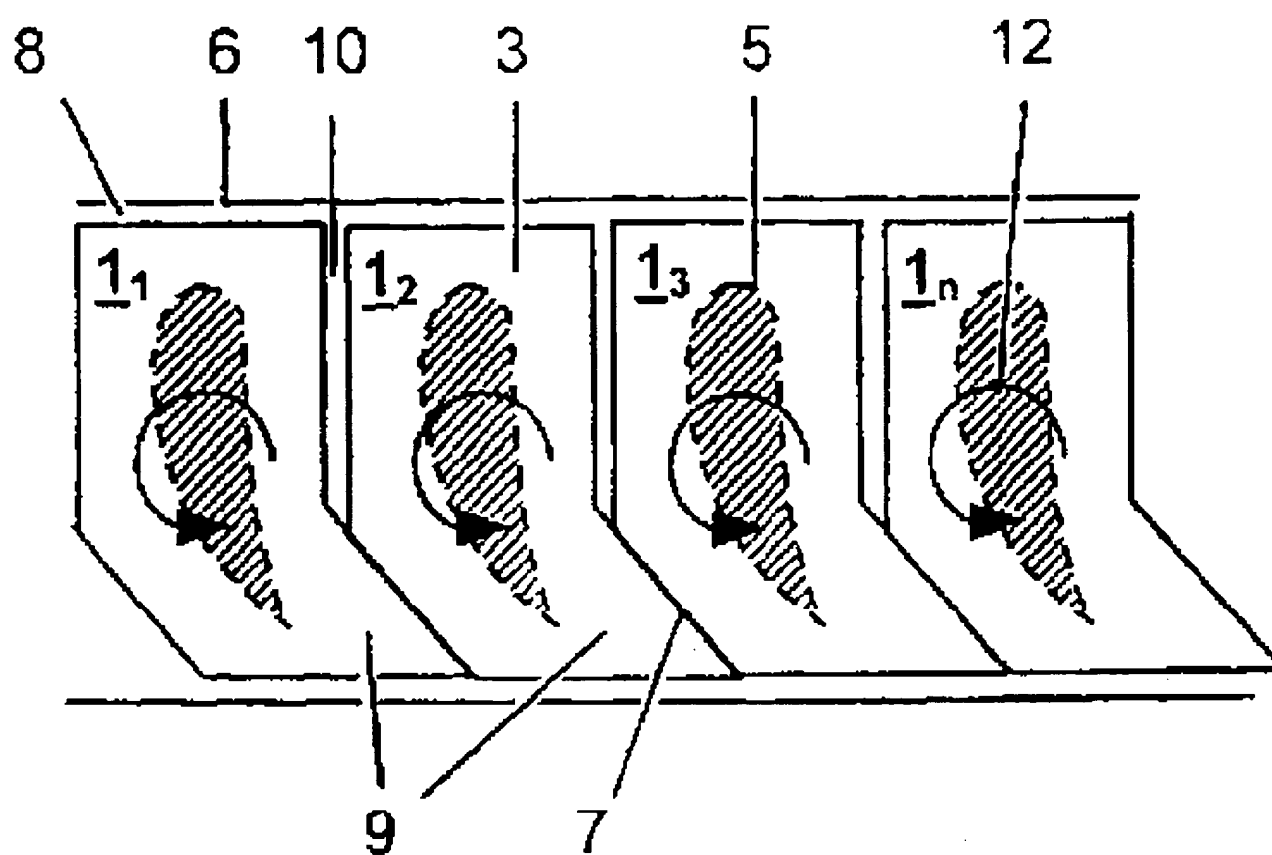


AN: PAT 2002-027227
TI: Blade fastening for rotating machinery has blades fitted in slots without play or with pretensioning so that torsional moments acting on inner platform or blade roots oppose torsional moments acting upon outer platform or support wing
PN: **DE10014189-A1**
PD: 27.09.2001
AB: NOVELTY - After installation of all the blades(1) of the rotor or stator they are supported on the inner platform(3) and/or root completely or partially without play or with a pretensioning so that the torsional moments(12) acting on the inner platform and/or blade roots oppose the torsional moments acting upon the outer platform or on the support wing. Both the inner platform or blade root and outer platform or support wing have a beveling at the point at which the torsional moments act. The outer platform or support wing is located on the blade between the inner platform and blade tip.; USE - The blade fastening may be for a turbine or compressor. ADVANTAGE - The overall length of the rotor or stator may be shortened or with the same length the number of blade rows may be increased and/or the use of cost effective root connections is made possible. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a section through turbine blades fitted in a slot in a rotor or stator. blades 1 inner platform 3 torsional moments 12
PA: (ALSM) ALSTOM POWER NV; (ALSM) ALSTOM SWITZERLAND LTD; (GOTZ/) GOTZFRIED E; (MAYH/) MAY H; (WEND/) WENDLER H;
IN: GOETZFRIED E; MAY H; WENDLER H; GOTZFRIED E;
FA: **DE10014189-A1** 27.09.2001; CN1423725-A 11.06.2003; WO200171165-A1 27.09.2001; AU200139485-A 03.10.2001; EP1266129-A1 18.12.2002; CZ200203152-A3 18.06.2003; US2003143077-A1 31.07.2003;
CO: AE; AG; AL; AM; AT; AU; AZ; BA; BB; BE; BG; BR; BY; BZ; CA; CH; CN; CR; CU; CY; CZ; DE; DK; DM; DZ; EA; EE; EP; ES; FI; FR; GB; GD; GE; GH; GM; GR; HR; HU; ID; IE; IL; IN; IS; IT; JP; KE; KG; KP; KR; KZ; LC; LI; LK; LR; LS; LT; LU; LV; MA; MC; MD; MG; MK; MN; MW; MX; MZ; NL; NO; NZ; OA; PL; PT; RO; RU; SD; SE; SG; SI; SK; SL; SZ; TJ; TM; TR; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VN; WO; YU; ZA; ZW;
DN: AE; AG; AL; AM; AT; AU; AZ; BA; BB; BG; BR; BY; BZ; CA; CH; CN; CR; CU; CZ; DE; DK; DM; DZ; EE; ES; FI; GB; GD; GE; GH; GM; HR; HU; ID; IL; IN; IS; JP; KE; KG; KP; KR; KZ; LC; LK; LR; LS; LT; LU; LV; MA; MD; MG; MK; MN; MW; MX; MZ; NO; NZ; PL; PT; RO; RU; SD; SE; SG; SI; SK; SL; TJ; TM; TR; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VN; YU; ZA; ZW;
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; EA; ES; FI; FR; GB; GH; GM; GR; IE; IT; KE; LS; LU; MC; MW; MZ; NL; OA; PT; SD; SE; SL; SZ; TR; TZ; UG; ZW; AL; LI; LT; LV; MK; RO; SI;
IC: F01D-005/22; F01D-005/30; F03B-003/12;
MC: X11-A01A1; X11-A01A2;
DC: Q51; Q55; X11;
FN: 2002027227.gif
PR: DE1014189 23.03.2000;
FP: 27.09.2001
UP: 05.09.2003



2002 15599

76



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 14 189 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:
F 01 D 5/22
F 01 D 5/30

②1 Aktenzeichen: 100 14 189.7
②2 Anmeldetag: 23. 3. 2000
④3 Offenlegungstag: 27. 9. 2001

DE 100 14 189 A 1

⑦1 Anmelder:
ALSTOM Power N.V., Amsterdam, NL

⑦4 Vertreter:
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241
München

⑦2 Erfinder:
Wendler, Helmut, 91239 Henfenfeld, DE; Götzfried,
Eduard, Dr., 90584 Allersberg, DE; May, Heinz,
90599 Dietenhofen, DE

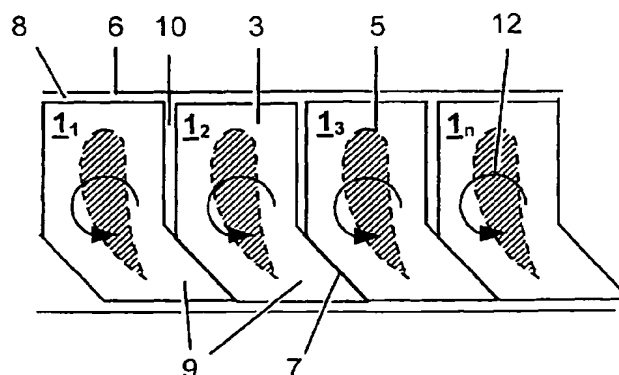
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE-AS 14 26 778
AT 2 54 227
GB 20 72 760
WO 99 13 200 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Befestigung der Beschaukelung einer Strömungsmaschine

⑤7 Die Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) einer Turbine oder eines Verdichters werden mittels den Schaufelfüßen (4) in eine Nut (8) an dem Rotor (6) oder Stator der Turbine oder Verdichters befestigt, wobei zwischen der Fußplatte (3) und/oder dem Schaufelfuß (4) kein Spiel oder eine Vorspannung herrscht und sich benachbarte Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) auf diese Art gegenseitig gegenüber Torsionsmomenten (12) abstützen und nicht oder nur geringfügig am Rotor (6) oder Stator. Dies ist beispielsweise mit einer Abschrägung (9) möglich.



DE 100 14 189 A 1

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung bezieht sich auf eine Befestigung oder Verankerung von Schaufeln einer Strömungsmaschine mittels Schaufelfüssen am Rotor oder Stator der Strömungsmaschine.

STAND DER TECHNIK

Derartige Schaufelbefestigungen befinden sich in der Regel bei Rotoren von Verdichtern oder thermischen Turbomaschinen. Sie sind aus dem Stand der Technik zahlreich bekannt.

Die Schaufeln werden mit dem Schaufelfuss in eine Nut, welche sich am Rotor befindet, eingebracht. Der Schaufelfuss dient dabei zur Kraft- und Momentenübertragung auf den Rotor.

Zur Schwingungsdämpfung sind häufig Deckplatten an der Spitze des Schaufelblattes oder Stützflügeln innerhalb des Schaufelblattes angebracht.

Dies ist zum Beispiel in der deutschen Patentschrift DE 1,159,965 beschrieben.

Auch die Österreichische Patentschrift AT 254,227 offenbart eine Deckplatte eines Turbinen- oder Verdichterschaukelkranzes in dem die Deckplatten durch eine Krafteinwirkung gegeneinander gepresst werden. Die Anordnung führt zu einer elastischen Vorspannung des Schaufelblattes. Diese Torsionsvorspannung des Schaufelblattes findet zwischen der Deckplatte und dem Schaufelfuss statt, was aber zu einer zusätzlichen Belastung des Schaufelfusses und des Rotors führt. Da die entstehenden Kräfte nicht nur vom Schaufelblatt, sondern auch vom Schaufelfuss und vom Rotor aufgenommen werden müssen, sind diese entsprechend massiver ausgeführt.

Häufig sind Abstandshalter zwischen den einzelnen Schaufelfüssen der Turbinenschaukeln angeordnet, welche die Kräfte aufnehmen und auch zur Schwingungsdämpfung dienen sollen. Dies ist zum Beispiel aus den Patenten US 2,916,257 oder auch aus US 3,734,645 bekannt. Eine andere Laufschaufelbefestigung ist auch aus der Europäischen Offenlegungsschrift EP-A1-520,258 bekannt. Zur Begrenzung von Umfangskräften in der Folge von Wärmedehnungen sind zwischen den Laufschaufeln Längsstege vorgesehen.

Nachteilig bei solchem Stand der Technik ist allerdings, dass die Last grundsätzlich über den Schaufelfuss auf den Rotor übertragen wird. Dies gilt insbesondere für die oben genannten Torsionsmomente. Die massivere Ausführung von Rotor und den Schaufelfüssen hat aber negative Auswirkungen insbesondere auf die Breite der Schaufel und des Schaufelfusses und der Radscheibe und damit auch auf die gesamte Länge des Rotors. Aufgrund der höheren Fußbelastung musste auf preisgünstigere Fußausführungen (z. B. Hammerkopffuß, Reiterschauelfuß) verzichtet und statt dessen auf stabilere, teurere Fußformen (wie z. B. Steckfuß) zurückgegriffen werden.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Ziel der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Befestigung für Schaufeln einer Strömungsmaschine an einem Rotor oder Stator zu schaffen, mit welcher die Torsionsmomente vermehrt vom Schaufelfuss oder der Fussplatte der Schaufel aufgenommen werden kann bei gleichzeitiger Entlastung des Rotors/Stators und des Schaufelfusses. Zu-

dem soll die Gesamtlänge des Rotors/Stators verkürzt bzw. bei gleicher Länge die Anzahl der Schaufelreihen erhöht und/oder der Einsatz von preisgünstigen Fußverbindungen ermöglicht werden.

5 Erfindungsgemäss wird die Aufgabe durch eine Befestigung von Schaufeln gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass nach dem Einbau aller Schaufeln die Schaufeln am Rotor oder Stator an der Fussplatte und/oder am Schaufelfuss ganz oder teilweise ohne Spiel oder mit einer Vorspannung aneinandergrenzen und sich so gegenseitig gegenüber Torsionsmomenten abstützen, wobei die an den Fussplatten und/oder an den Schaufelfüssen wirkenden Torsionsmomente den Torsionsmomenten, welche an der Deckplatte oder an dem Stützflügel wirken, entgegengesetzt sind.

10 Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist, dass Torsionsmomente nicht mehr oder nur noch marginal durch den Rotor aufgenommen werden, sondern durch die aneinandergrenzenden Fussplatten und/oder Schaufelfüsse, da eine Verdrehung dieser beiden Bauelemente verhindert wird. Durch diese Massnahme kann der Schaufelfuss und auch der Rotor (oder Stator) entsprechend kleiner dimensioniert werden, da an der Kontaktfläche Rotor (Stator)/Schaufelfuss keine grösseren Kräfte mehr aufgenommen werden müssen. Insgesamt kann also die Länge des Rotors verkleinert werden. Es ist die Anzahl der Schaufelreihen bei gleicher Länge des Rotors (Stators) und damit auch den Wirkungsgrad zu erhöhen.

Ausserdem ist es möglich, andere Fussverbindungen einzusetzen, die mit der bisherigen Technik nicht zu verwenden gewesen wären. Zum Beispiel kann ein einzinkiger Steckfuss, ein Hammerkopffuss oder ein gleichwertiger, einfacher Schaufelfuss vorteilhaft eingesetzt werden. Solche Schaufelfüsse können einfach und ohne grosse Schwierigkeiten durch bekannte Fräsverfahren gefertigt werden.

15 Die Fussplatte und möglicherweise auch der Schaufelfuss weisen eine Abschrägung auf, welche in vorteilhafter Weise an eine Abschrägung einer benachbarten Laufschaufel grenzt und so Torsionsmomente an dieser Stelle gegenseitig aufgenommen werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Es zeigen

Fig. 1 eine Turbinenschaukel einer Dampfturbine mit einem einzinkigen Schaufelfuss und Deckplatte/Stützflügel,

Fig. 2 eine Turbinenschaukel einer Dampfturbine mit einer Stützplatte (Stützflügel) innerhalb des Schaufelblattes,

Fig. 3 einen Draufsicht auf ein erfindungsgemässes Ausführungsbeispiel mit den Deckplatten der Turbinenschaukeln und

Fig. 4 einen Schnitt durch ein erfindungsgemässes Ausführungsbeispiel von Turbinenschaukeln, welche in einer Nut an dem Rotor oder Stator der Strömungsmaschine angeordnet sind, wobei die Fussplatten sichtbar sind.

Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche Elemente werden in unterschiedlichen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Die Fig. 1 zeigt eine Schaufel 1 einer Strömungsmaschine, also beispielsweise einer Dampfturbine oder eines Verdichters. Die Schaufel 1 bei welcher es sich um eine Lauf- oder Leitschaufel handeln kann, besteht aus einem Schaufelfuss 4, aus einer sich an den Schaufelfuss 4 anschliessenden Fussplatte 3, aus einer Deckplatte 2 bzw. einem Stützflügeln oder einer Stützplatte, und aus einem sich zwischen der Fussplatte 3 und der Deckplatte 2 befindenden

Schaufelblatt 5. Der Schaufelfuss 4 ist in der Fig. 1 als einzinkiger Steckfuss 4a ausgeführt. Er dient zur Befestigung der Schaufel 1 an dem in der Fig. 1 nicht dargestellten Rotor 6 oder an einem Stator. Sowohl die Fuss- 3 als auch die Deckplatte 2 der Schaufel 1 sind mit einer Abschrägung 9 ausgestattet. Die Abschrägung 9 befindet sich an einer Seite der Deck- 2 bzw. Fussplatte 3, d. h. die Abschrägung 9 ist im Hinblick auf die Draufsicht auf beiden Platten 2, 3 zu verstehen, wie dies auch in der Fig. 3 und 4 deutlich wird. Es ist auch möglich, dass am Schaufelfuss 4 ebenfalls eine Abschrägung 9 angebracht ist. Bei der Schaufel 1 kann es sich auch um eine Schaufel mit mehrzinkigem Steckfuss handeln.

Wie aus der Fig. 2 ersichtlich, kann die Deckplatte 2 an dem Schaufelblatt 5 zwischen der Schaufelspitze 14 und der Fussplatte 3 angebracht sein. Dies gilt allgemein für alle verwendbaren Schaufeltypen.

Bei den Schaufeln, welche in der Fig. 1 bzw. in der Fig. 2 gezeigt sind, sind in dem Schaufelfuss 4, 4a zusätzlich Löcher 11 vorhanden, welche dazu dienen, den Fuss am Rotor oder Stator durch Bolzen zu befestigen.

Bei dem Einbau der Schaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n in einer Nut 8 am Rotor 6 oder auch an einem Stator werden an der Deckplatte 2 Torsionsmomente 13 angewendet, welche in Richtung der Abschrägung 9 wirken. Dabei entsteht die Kontaktstelle 7, an welcher die Torsionsmomente 13 aufgenommen werden. Dies ist in der Schaufelreihe der Fig. 3 dargestellt, welche eine Draufsicht auf die verschiedenen Schaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n zeigt. Auf diese Weise bekommen die Schaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n eine gewisse Vorspannung. Zwischen dem anderen Teil der Deckplatte 2, an dem die Deckplatten 2 nicht aneinandergrenzen, entsteht auf diese Weise ein Spalt 10. Weiter sind in der Fig. 3 die Schaufelblätter 5 sichtbar, welche unterhalb der Deckplatte 2 sein können. Im Falle einer intermediären Anordnung der Deckplatte 2 an dem Schaufelblatt 5, wie dies in der Fig. 2 dargestellt ist, ist dies ober- und unterhalb der Deckplatte 2.

Die Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch eine Schaufelreihe, wobei in dieser Figur die Fussplatten 3 der Schaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n sichtbar sind.

Wiederum stossen benachbarte Fussplatten 3 direkt und spielfrei an den Kontaktstellen 7 aneinander. Die Kontaktstellen 7 zwischen benachbarten Platten 3 sind im Bereich der Abschrägungen 9. In dem anderen Teil der Fussplatten 3 entsteht ein Spalt 10. Die auf die Fussplatten 3 wirkenden Torsionsmomente 12 sind aber den in der Fig. 3 gezeigten Torsionsmomente 13 entgegengesetzt, so dass auch die Abschrägungen 9 an einem entsprechend anderen Ende der jeweiligen Platte 2, 3 angeordnet sind. Erfindungsgemäss ist es auch möglich, zwischen den einzelnen Fussplatten 3 eine Vorspannung vorzusehen. Die Kontaktstelle 7 kann sich auch insgesamt auf die angrenzenden Fussplatten 3 beziehen, ohne dass sich ein Spalt 10 bildet. Die Abschrägungen 9, wie es in der Fig. 1 bereits dargestellt ist, können sich auch auf Bereiche des Schaufelfusses 4 beziehen. Dies ist aber in der Fig. 4 nicht näher dargestellt.

Da benachbarte Laufschaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n an der Abschrägung 9 aneinander grenzen, und das Torsionsmoment 12 in diese Richtung wirkt, stützen sich die Laufschaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n gegenseitig. Ein Verdrehen findet nicht oder nur in sehr geringen Masse statt, so dass die Kraft durch die Laufschaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n selber und nicht mehr durch den Rotor 6 (oder den Stator) bzw. durch die Nut 8 aufgenommen werden müssen. Durch diese Art der Anordnung der Laufschaufeln 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n wird die Belastung des Rotors 6 vorteilhaft reduziert. Dies geschieht in der ersten Linie durch die spielfreie oder vorgespannte Lagerung an den Fussplatten 3 und/oder an den Schaufelfüssen 4. Die Ab-

schrägung 9 muss dann selbstverständlich auch am Schaufelfuss 4 vorliegen, um dem vorliegenden Effekt Rechnung zu tragen.

Der einzinkige Steckfuss, welcher in der Fig. 1 dargestellt ist, ist jedoch nur beispielsweise gewählt. Als Schaufelfuss 4 können verschiedene, aus dem Stand der Technik an sich bekannte Arten, so zum Beispiel ein Hammerfuss oder Reiterfuss, verwendet werden.

Besonders bemerkenswert ist allerdings, dass nun auch Schaufelfüsse 4 verwendet werden können, die bislang nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen einsetzbar waren. Dies ist durch die verringerte Kraftübertragung vom Schaufelfuss 4 auf den Rotor 6 oder auf den Stator möglich. Da die Schaufelfüsse 4 und auch der Rotor 6 oder der Stator kleiner dimensioniert werden können (z. B. in der Breite), kann die Gesamtlänge des Rotors 6 verkürzt oder bei gleicher Länge des Rotors 6 (Stators) der Wirkungsgrad der Strömungsmaschine durch zusätzlich Schaufelreihen erhöht werden. Vorhandene Rotoren 6 (Statoren) können auch leicht auf die neue Art der Befestigung der Laufschaufeln 1 umgerüstet werden. Dies ist ein Vorteil, da nun einfachere Schaufeln 1, welche kostengünstiger gefertigt werden können, eingesetzt werden können. Beispielsweise kann der in der Fig. 1 gezeigte Steckfuss oder auch ein Hammerfuss auf einfache Weise mit bekannten Fräsverfahren hergestellt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n Schaufel
- 2 Deckplatte
- 3 Fussplatte
- 4 Schaufelfuss
- 4a einzinkiger Schaufelfuss
- 5 Schaufelblatt
- 6 Rotor
- 7 Kontaktstelle
- 8 Nut
- 9 Abschrägung
- 10 Spalt
- 11 Loch
- 12 Torsionsmoment an Fussplatte 3
- 13 Torsionsmoment an Deckplatte 2
- 14 Turbinenschaufelspitze

Patentansprüche

1. Befestigung von Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) einer Strömungsmaschine an einem Rotor (6) oder Stator, wobei die Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) mittels Schaufelfüssen (4) am Rotor (6) oder Stator befestigt sind, und wobei die Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) eine Fussplatte (3), eine Deckplatte (2) bzw. einen Stützflügel oberhalb des Schaufelfusses (4) und ein Schaufelblatt (5) aufweisen, und wobei auf die Deckplatte (2) bzw. auf den Stützflügel ein Torsionsmoment (13) wirkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Einbau aller Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) die Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) am Rotor (6) oder Stator an der Fussplatte (3) und/oder am Schaufelfuss (4) ganz oder teilweise ohne Spiel oder mit einer Vorspannung aneinandergrenzen und sich so gegenseitig gegenüber Torsionsmomenten (12) abstützen, wobei die an den Fussplatten (3) und/oder an den Schaufelfüssen (4) wirkenden Torsionsmomente (12) den Torsionsmomenten (13), welche an der Deckplatte (2) oder an dem Stützflügel wirken, entgegengesetzt sind.

2. Befestigung von Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die

Fussplatte (3) und/oder der Schaufelfuss (4) als auch die Deckplatte (2) bzw. der Stützflügel eine Abschrägung (9) aufweisen, welche an der Stelle angeordnet ist, an welcher die angreifenden Torsionsmomente (12, 13) wirken, und an welcher sich die Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) gegenseitig abstützen. 5

3. Befestigung von Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckplatte (2) oder der Stützflügel am Schaufelblatt (5) zwischen der Fussplatte (3) und der Schaufelspitze (14) angeordnet ist. 10

4. Befestigung von Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Schaufelfuss (4) ein ein- (4a) oder mehrzinkiger Steckfuss oder ein Hammerkopffuss verwendet wird. 15

5. Befestigung von Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Schaufelfuss (4) zusätzlich Löcher (11) vorhanden sind, durch welche der Schaufelfuss (4) mittels Bolzen am Rotor (6) oder Stator befestigbar ist. 20

6. Befestigung von Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Schaufeln (1, 1₁, 1₂, 1₃, 1_n) um Leit- oder Laufschaufeln einer Turbine oder eines Verdichters handelt. 25

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

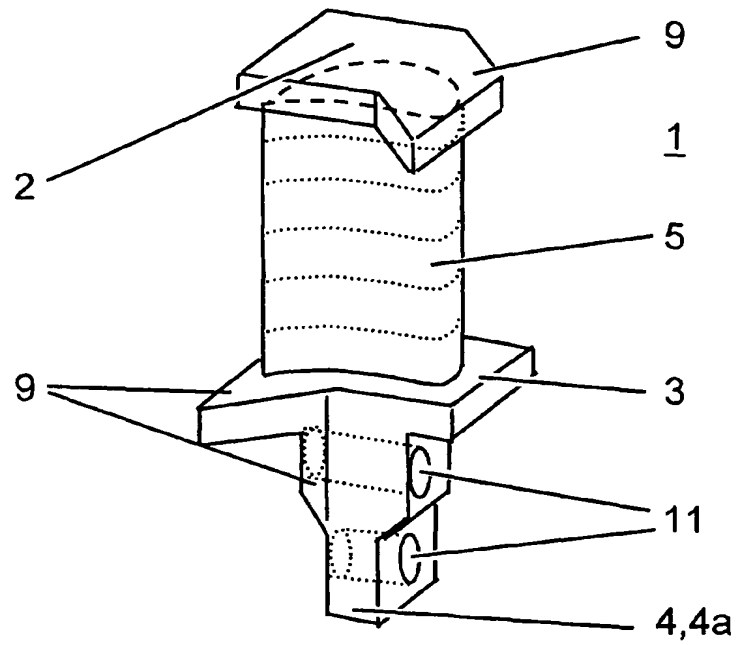


Fig. 1

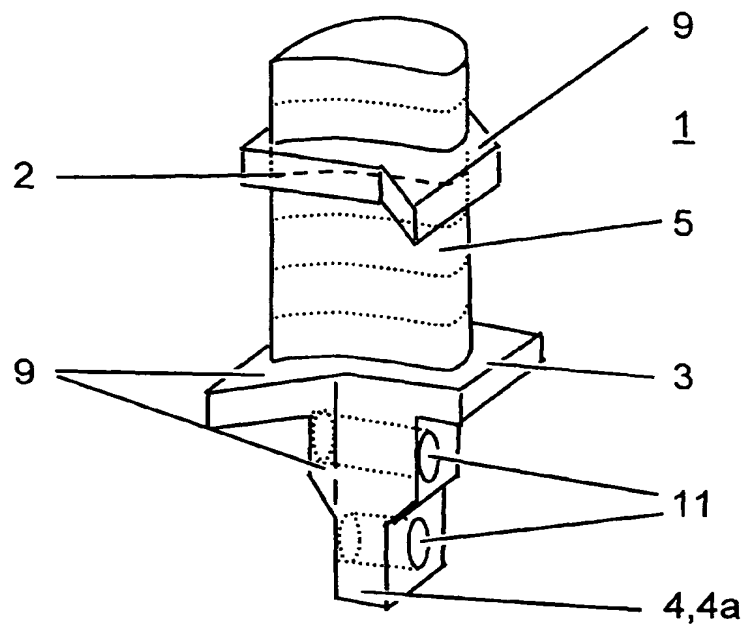


Fig. 2

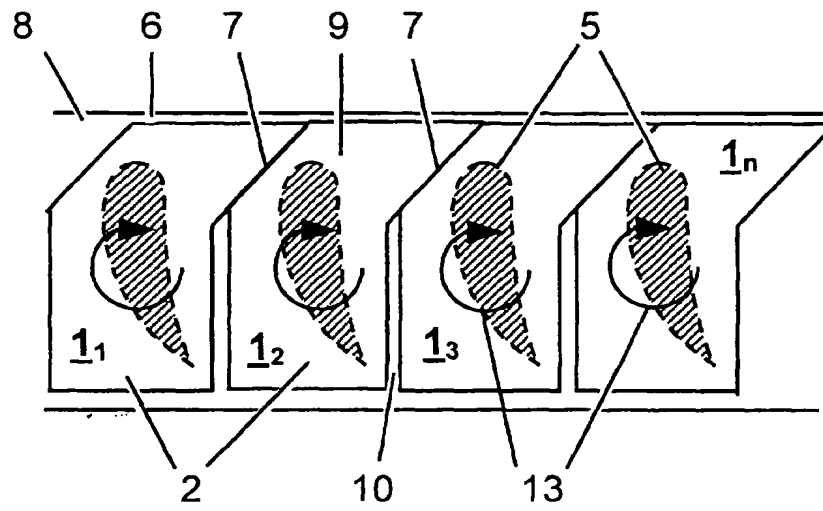


Fig. 3

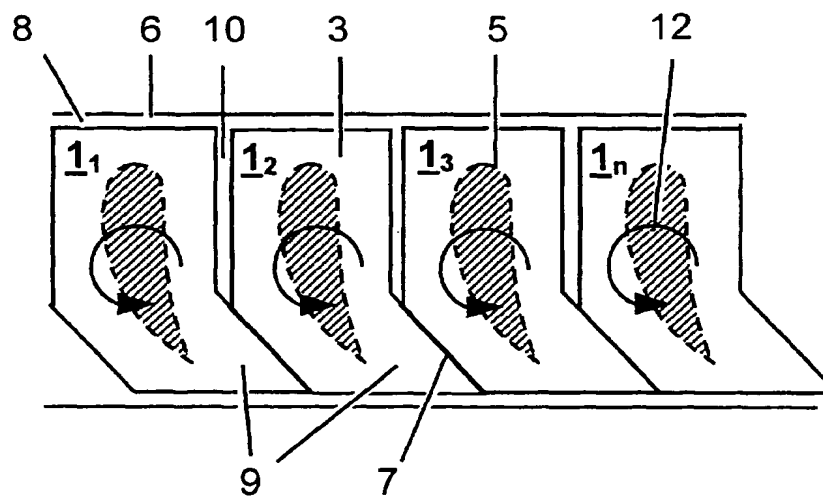


Fig. 4